

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-124873

(43)Date of publication of application : 06.05.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/20

(21)Application number : 04-296518

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 09.10.1992

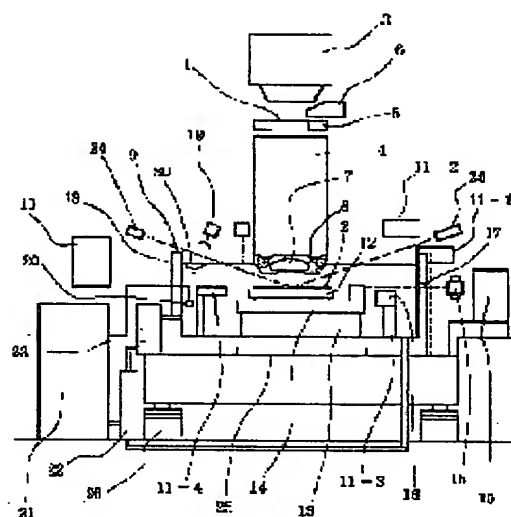
(72)Inventor : TAKAHASHI KAZUO

(54) LIQUID-SOAKING TYPE PROJECTION EXPOSURE APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve resolution and focus depth by applying a liquid soaking method for putting high refractive liquid index liquid between an objective lens of a microscope and a sample to a projection exposure apparatus as production equipment.

CONSTITUTION: A projection exposure apparatus comprises a illuminating means 3 for illuminating a reticle 3, an optical projecting means 4 for projecting a pattern on the reticle 1 illuminated by the illuminating means 3 onto a wafer 2 and positioning means 11-1 to 11-4 for positioning the wafer 2 on a predetermined position. The optical projecting means 4 comprises an optic element 7 opposite to an exposed face of the wafer 2 having a plane or a protruding face protruding toward the wafer 2 and a liquid reservoir 9 for holding liquid 30 which at least fills a space between the plane or the protruding face of this optic element 7 and the exposed face of the wafer 2. Thus a liquid soaking method which improves resolution and focus depth can be applied to an exposure apparatus, so that an inexpensive exposure apparatus with which effect according respective wavelengths irrespective of a wavelength of an exposure light source can be expected can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-124873

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 2	9122-2H		
	5 2 1	9122-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数40(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-296518

(22)出願日 平成4年(1992)10月9日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 高橋 一雄

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キャ

ノン株式会社小杉事業所内

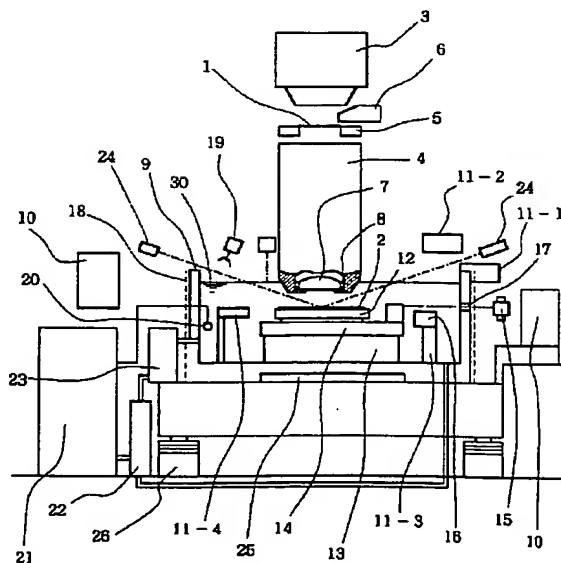
(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外1名)

(54)【発明の名称】 液浸式投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供する。

【構成】 レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備することを特徴とする液浸式投影露光装置。

【請求項2】 位置決め手段は、ウエハ位置を検出するアライメント計測手段と、投影光学手段のフォーカス位置に対するウエハ露光面の位置を検出するフォーカス位置検出手段と、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向、これらに垂直な軸の回りのθ方向、Z方向、ならびにウエハを任意の方向に傾ける方向にウエハを保持して駆動するウエハ駆動手段と、ウエハ駆動手段の保持位置上にウエハを搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段とを備えることを特徴とする請求項1記載の液浸式投影露光装置。

【請求項3】 ウエハに対向する光学素子は平行平面ガラスである請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項4】 投影光学手段は鏡筒を有し、ウエハに対向する光学素子はその鏡筒の下端に取り付けられており、その光学素子と鏡筒との間にはシール部材が設けられていることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項5】 ウエハに対向する光学素子はその光軸方向に移動させ、任意の位置に位置決め可能であることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項6】 ウエハに対向する光学素子の平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面およびウエハの露光面の少なくとも一方には、これら両面間を満たすために使用する液体と浸和性のあるコーティング剤が塗布してあることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項7】 液槽の上面は解放されていることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項8】 液槽は閉空間を構成していることを特徴とする請求項2記載の液浸式投影露光装置。

【請求項9】 液槽は開閉可能なウエハ搬送用の窓を有することを特徴とする請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項10】 液槽はバキュームチャンバを構成している請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項11】 液槽内の圧力を検出するための圧力計を有する請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項12】 液槽内に供給する液体の加圧装置、減圧装置のうち少なくとも一方を有する請求項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項13】 液槽内の液体の加圧手段を有する請求

項8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項14】 液槽は光学手段に対して位置的に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項15】 ウエハ駆動手段は、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向に移動させるためのXYステージおよびその駆動手段を有し、液槽はXYステージに位置的に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

10 【請求項16】 ウエハ駆動手段は、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向に移動させるためのXYステージおよびその駆動手段を有し、XYステージの駆動部は液槽の外部に位置することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項17】 ウエハ駆動手段はXおよびY方向にウエハを移動させるためのXYステージおよびウエハを任意の方向に傾ける微動ステージを有し、液槽はXYステージ上に配置されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

20 【請求項18】 微動ステージは液槽内に配置され、液槽は透磁率の高い材料で構成されており、液槽を介して微動ステージとXYステージが磁気結合されていることを特徴とする請求項17記載の液浸式投影露光装置。

【請求項19】 液槽は低熱膨張材料で構成されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項20】 位置決め手段はレーザ干渉計によりウエハ位置を検出する手段を有し、液槽はこのレーザ干渉計のための窓を有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

30 【請求項21】 位置決め手段はレーザ干渉計によりウエハ位置を検出する手段を有し、このレーザ干渉計は液槽に固定されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項22】 液槽に液体を供給しそのレベルおよび量を制御する液体供給制御手段を備えることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項23】 液体供給制御手段は供給する液体をろ過する手段を有することを特徴とする請求項22記載の液浸式投影露光装置。

40 【請求項24】 液槽に満たされた液体を加振する手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項25】 ウエハを加振する手段を有する請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項26】 ウエハに対向する光学素子を加振する手段を有する請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

50 【請求項27】 加振手段は超音波加振装置である請求項25または26記載の液浸式投影露光装置。

【請求項28】 液槽内に供給された液体の温度を計測し制御する温度制御手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項29】 液槽内に供給された液体の屈折率を測定する屈折率測定手段を備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項30】 液槽内に供給された液体の流動を阻止するスタビライザを備える請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項31】 液槽の外壁は、断熱部材で覆われている請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項32】 ウエハ駆動手段は、ウエハを吸着して保持するウエハチャックを備え、このウエハチャックはウエハを真空吸引して吸着するための経路、およびこの経路内に液体が流入するのを防止するシャッタを有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項33】 ウエハ駆動手段はウエハを液槽内の露光位置に搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段を備え、このウエハの搬送手段は、少なくとも一部が液槽内に配置されていることを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。

【請求項34】 搬送手段は、液槽内に保持された液体にウエハを垂直もしくは斜めに搬入し、液体中でウエハを水平にする手段を有する請求項33記載の液浸式投影露光装置。

【請求項35】 搬送手段が液槽内に保持された液体中からウエハを搬出する際に、ウエハの少なくとも片面をエアブローする手段を有する請求項33記載の液浸式投影露光装置。

【請求項36】 液体を液槽内に供給しおよび排出させるポンプを有することを特徴とする請求項14または15記載の液浸式投影露光装置。がある。

【請求項37】 ウエハ駆動手段はXおよびY方向に移動するXYステージおよびこれによってXおよびY方向に移動されかつウエハを任意の方向に傾ける微動ステージを有し、液槽は微動ステージ上に固定されていることを特徴とする請求項7または8記載の液浸式投影露光装置。

【請求項38】 液槽の底面がウエハを保持するウエハチャックを構成していることを特徴とする請求項37記載の液浸式投影露光装置。

【請求項39】 液槽の少なくとも2側面が直交した平面で構成され、これらの平面がレーザ光の反射面を構成していることを特徴とする請求項37記載の液浸式投影露光装置。

【請求項40】 液槽の底面部材と微動ステージ底面とが流体ベアリングの平面ガイドを構成していることを特徴とする請求項18記載の液浸式投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造工程においてウエハ上に微細な回路パターンを露光する為の液浸式投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の微細化が進み、従来、露光光源としては、高圧水銀灯のg線からより波長の短いi線へと移行してきた。そしてより高解像力を必要とする為、投影レンズのNA（開口数）を大きくしなければならず、その為、焦点深度はますます浅くなる傾向にある。これらの関係は一般に良く知られている様に、次式で表すことができる。

$$(\text{解像力}) = k_1 (\lambda / \text{NA})$$

$$(\text{焦点深度}) = \pm k_2 \lambda / \text{NA}^2$$

ここに、 λ は露光に使用する光源の波長、NAは投影レンズのNA（開口数）、 k_1 、 k_2 はプロセスに係数である。

【0003】近年では、従来の高圧水銀灯のg線、i線から、より波長の短いエキシマレーザと呼ばれる（KrF、ArF）、更には、X線の使用も検討されている。また一方では、位相シフトマスク、或は変形照明等による高解像力、高深度化の検討もなされ、実用され始めている。しかし、エキシマレーザと呼ばれる（KrF、ArF）やX線を利用する方法は、装置コストが高くなり、位相シフトマスク、或は変形照明等は、回路パターンによって効果が期待できない場合もある等の問題を抱えている。

【0004】そこで、液浸方を適用する試みがなされている。例えば、特公昭63-49893号公報には、露光装置において、縮小レンズの先端を取り囲んで液体流入口を有するノズルを設け、これを介して液体を供給し、縮小レンズとウエハとの間に液体を保持するようにしたものが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来技術においては、ただ単に液体を供給するようにしたのみであり、実際の製造工程で使用するには、従来のプロセス技術が生かせない等、種々の問題を有している。

【0006】本発明の目的は、上述従来技術の問題点に鑑み、g線、i線、或はエキシマレーザ等の使用する露光光源の波長に拘らず、どの波長でも、それぞれの波長に応じた効果を期待できるコストの安い液浸式露光装置を提供し、更には、従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明では、レチクルを照明する照明手段、これによって照明されたレチクル上のパターンをウエハ上に投影する投影光学手段、ウエハを所定位置に位置決めする位置決め手段を備えた投影露光装置において、投影光学手段

はウエハの露光面に対向し、平面もしくはウエハ側へ凸んだ凸面を有する光学素子、およびこの光学素子の平面もしくは凸面とウエハの露光面との間を少なくとも満たす液体を保持するための液槽を具備する。

【0008】位置決め手段は、通常、ウエハ位置を検出するアライメント計測手段と、投影光学手段のフォーカス位置に対するウエハ露光面の位置を検出するフォーカス位置検出手段と、ウエハをその露光面に平行なXおよびY方向、これらに垂直な軸の回りのθ方向、Z方向、ならびにウエハを任意の方向に傾ける方向にウエハを保持して駆動するウエハ駆動手段と、ウエハ駆動手段の保持位置上にウエハを搬入しおよび搬出するウエハ搬送手段とを備える。

【0009】液槽は閉空間を構成し、液槽内の液体の加圧手段等を有する場合もある。液槽はまた、光学手段に対して位置的に固定され、あるいはXYステージに位置的に固定されている場合もある。液槽が光学手段に対して位置的に固定されている場合は、例えば、微動ステージが液槽内に配置され、液槽は透磁率の高い材料で構成され、そして液槽を介して微動ステージとXYステージが磁気結合される。

【0010】

【作用】光学式顕微鏡の解像力をあげる方法としては、従来から、対物レンズと試料の間を高屈折率の液体で満たす、所謂、液浸法が知られている（例えば、D. W. Pohl, W. Denk & M. Lanz, Appl. Phys. Lett. 44 652 (1984)）。この効果を半導体素子の微細回路パターンの転写に応用した例としては、「H. Kawata, J. M. Carter, A. Yen, H. I. Smith, Micro electronic Engineering 9 (1989)」, 或は、「T. R. Corle, G. S. kino, USP 5, 121, 256 (Jun. 9, 1992)」がある。前論文は、露光における液浸の効果を検討したもので、実用的な半導体露光装置としての構成を論じておらず、後者の特許は、液浸レンズをウエハの表面近くに置く方法を開示しているに過ぎない。

【0011】本発明は、従来から知られている顕微鏡の対物レンズと試料の間を高屈折率の液体で満たすという方法を、生産設備としての投影露光装置で実現する為の具体的方法に関するものであり、本発明によれば、液浸の効果を利用した露光装置を提供することが可能となる。

【0012】この「液浸の効果」とは、 λ_0 を露光光の空气中での波長とし、また、図10に示すように、 n を液浸に使用する液体の空気に対する屈折率、 α を光線の収束半角とし、 $NA_0 = \sin \alpha$ とすると、液浸した場合、前述の解像力および焦点深度は、次式のようになる。 $(\text{解像力}) = k_1 (\lambda_0 / n) / NA_0$ 。

$(\text{焦点深度}) = \pm k_2 (\lambda_0 / n) / (NA_0)^2$

すなわち、液浸の効果は波長が $1/n$ の露光波長を使用するのと等価である。言い換えれば、同じNAの投影光学系を設計した場合、液浸により、焦点深度を n 倍にすることができる。これは、あらゆるパターンの形状に対しても有効であり、更に、現在検討されている位相シフト法、変形照明法等と組み合わせることも可能である。この効果を生かすためには、液体の純度、均一性、温度等の精密な管理が必要であり、ステップ・アンド・リピート動作でウエハ上に逐次露光して行く露光装置では、動作中に発生する液体の流動や振動を極力少なくすること、ウエハを液体内に搬入する際のウエハ表面に残留する気泡をいかにして除去するか等が問題になる。本発明では、実施例で説明するように、これらの諸問題を解決するための装置の構成を提案し、液浸の効果を十分生かせるようにしている。従来、256 Mbit ~ 1 GbitのDRAMの生産では、i線、エキシマレーザを光源とする従来のステッパから、X線、或は電子ビーム(E B)の露光装置が必要と考えられていたが、本発明によって、i線、或はエキシマレーザを光源とする従来のステッパで従来の製造プロセスを流用出来、技術的に確立された製造プロセスでコスト的にも有利な生産が可能となる。

【0013】以下に、実施例を通じてより詳細に説明する。

【0014】

【実施例】

実施例1

図1は、本発明の第1の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図である。図中、1はレチクル、2は感光剤が塗布され、レチクル1上の回路パターンが露光・転写されるウエハ、3はウエハ2上にレチクル1上の回路パターンを投影するためのシャッタ及び調光装置等を備えた照明光学系、4はウエハ2上にレチクル1上の回路パターンを投影する投影光学系、5はレチクル1を保持し、所定の位置に位置決めするためのレチクルステージ、6はレチクル1を位置決めするため、及びレチクル像をウエハ2上に既に転写されている回路パターンに合致させるためのアライメント光学系である。

【0015】投影光学系4のウエハ2表面に対向するレンズを第2の光学素子7と呼ぶことにすると、この第2の光学素子7のウエハ2表面に対向する面は、図2および図3に示すように、平面あるいはウエハ2表面に向かって凸となる様に構成されている。これは、液浸する際に、第2の光学素子7表面に空気層や気泡が残らない様にするためである。また、液浸される光学素子7の表面およびウエハ2上の感光剤の表面は、液浸に使用する液体30と浸和性のあるコーティングを施すことが望ましい。第2の光学素子7と投影光学系4の鏡筒との間には、液体30の鏡筒への侵入を防ぐためのシール8があ

る。このシールは、第2の光学素子7の厚さを、図4に示すように厚く取り、液体30を浸す高さを管理する機能を付加するように構成にすれば不要である。

【0016】9は液体30を満たすための液槽（チャンバ）、10はウエハカセット、12はウエハ2を保持するためのウエハチャック、11-1～11-4はウエハの粗位置決め装置、13はウエハ2を所定の位置に位置決めするためのXYステージ、14はXYステージ上に配置され、ウエハ2のθ方向位置の補正機能、ウエハ2のZ位置の調整機能、およびウエハ2の傾きを補正するためのチルト機能を有する微動ステージである。チャンバ9の中に、ウエハカセット10からウエハを搬入しウエハチャック12上にセットするためのウエハ搬送装置、粗位置決め装置11-1～11-4の一部もしくは全体、ウエハチャック12、XYステージ13、および微動ステージ14がある。

【0017】15はレーザ干渉計、16は微動ステージ14上にXおよびY方向（Y方向は不図示）に取り付けられ、微動ステージ14の位置を計測するためにレーザ干渉計15の光を反射する参照ミラー、17はレーザ干渉計15の光を通過させるためチャンバ9に設けられた窓、18はチャンバ9の外側に設けられ、外部との熱的遮断を保つ断熱材である。チャンバ9自体を断熱効果のある材料、例えばエンジニアリングセラミックで構成すれば、断熱材18は不要である。更に、チャンバ9の材質を低熱膨張材、例えばゼロジュール（商品名）を使用し、図5に示すように、レーザ干渉計15をその側面に直接取り付け、レーザ干渉計15の計測精度が空気のインデックスの影響を受けないようにすることも可能である。

【0018】チャンバ9にはまた、液体30の高さを測定するための液面ゲージ19、液体30の温度を測定する温度計20、および温度コントローラ21が設けられている。チャンバ9には、さらに、液体30の高さを制御するためのポンプ22が設けられている。ポンプ22は温度制御された液体30を循環させる機能も備え、液体30中の不純物をろ過するためのフィルタ23もセットされている。24は液体30の屈折率を測定するための測定器、25は液体30を均質にするため、およびウエハ2表面や第2の光学素子7表面に気泡が付着するのを防ぐ目的で設置された超音波加振装置、26は露光装置の防振架台である。

【0019】次に、上記構成の装置の実際の動作、作用、および効果等を説明する。露光をする際には、まず、あらかじめ感光剤を塗布してあるウエハ2をウエハ搬送装置11-1で、ウエハカセット10より取り出し、ウエハ位置粗検出機構11-2（通常、ブリアライメント機構と呼んでいる）に載せ、粗位置決めした後、ウエハ送り込みハンド11-3でウエハ2をハンドリングし、チャンバ9内に設置されたウエハチャック1

2上にウエハ2をセットする。ウエハチャック12上に載せられたウエハ2は、バキューム吸着によって固定され、平面矯正される。これと同時に、温度制御装置21で一定温度に制御された液浸用の液体30が輸送ポンプ22によって、フィルタ23を介して、チャンバ9内に送り込まれる。液体30が所定の量になると、液面ゲージ19がこれを検知して、ポンプ22を停止する。

【0020】液体30の温度は、温度センサ20により常時監視しており、所定の温度からずれた場合は、再度輸送ポンプ22を作動させ、一定温度の液体30を循環させるようになっている。その際、液体30の循環による、液体30の流動が起こり、液体30の均一性が崩れるが、屈折率測定装置24で、均一性の測定も行われる。また、液体30中の気泡、ウエハ2表面に付着した気泡、第2の光学素子7表面に付着した気泡は、超音波加振装置25を作動させて除去する。この超音波加振は、液体30自体を均一にする効果も有しており、振動の振幅が小さく、周波数が高いために、ウエハ2の位置決めや露光には影響しない。

【0021】屈折率測定装置24で液体30の均一性が確認されると、通常の露光装置と同様に、ウエハ2の精密位置決め（アライメント、フォーカス等）と露光が行われる。このとき、ステップ・アンド・リピート動作により、液体30の流動が発生するが、第2の光学素子7とウエハ2表面との間隔が数mmから数十mm程度であり、液体30が粘性を有する事から、比較的短時間で、この部分の液体30の流動はなくなる。従って、各ショット毎にステップ後に遅延時間を取るか、屈折率測定装置24で、この部分の液体30の流動状態を測定し、流動が停止した時点でシーケンスを継続させれば良い。また、チャンバ9の外周は、断熱材18で覆ってあるため、通常、1枚のウエハを処理する時間程度は、輸送ポンプ22を作動させ、一定温度の液体30を循環させる必要はない。

【0022】ウエハ2の全面の露光が完了すると、これと同時に輸送ポンプ22が再び作動し、チャンバ9内の液体30を排出し始める。この時、液面ゲージ19が常時液体30の高さを検知しており、液体30の高さがウエハチャック12面より僅かに低くなった時点で、輸送ポンプを停止させる。従って、排出する液体30の量は、僅かである。この後、ウエハチャック12のバキュームを切り、搬出ハンド11-4で、ウエハチャック12上のウエハ2をハンドリングして、ウエハカセット10に収納する。この時、収納直前に、ウエハ2の両面をクリーンなエアでブローして、液体30をウエハ2表面から除去するようにしてもよい。

【0023】実施例2

図11は本発明の第2の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図、図12は図11におけるウエハチャック12の断面図、そして図14は図11におけるステージ部

分の変形例を示す模式図である。これらの図において、31はウエハ2をチャンバ9内に搬入および搬出するための搬送口、32は微動ステージ14を水平方向に移動可能にするための流体ベアリングガイド、33はチャンバ9の内部を負圧にして、液体30中の気泡を除去するための真空ポンプ、34は真空ポンプ33に接続されたバルブ、35は液体30を除去するためにクリーンなエアをウエハ2表面に吹き付けるためのノズルを有するブロア、36はチャンバ9の内圧を測定するための圧力計、37はウエハチャックに内蔵されたシャッタ機構である。他の構成は図1の場合と同様であるが、シール8はチャンバ9の機密を保たせる機能をも有する。また、ポンプ22は、液体30を循環させる機能に加え、液体30の圧力をコントロールする機能をも備える。

【0024】この構成においては、実施例1の場合と動作が異なる点として、チャンバ9内へウエハ2を搬送しおよび搬出するそれぞれの場合において、搬送口31の開閉が行われる。またウエハ2をウエハチャック12上にセットし、液体30を所定量満たしてポンプ22を停止した後、さらに、バキュームチャンバ9に接続している真空ポンプ33が作動され、液体30中の気泡が除去される。このとき同時に、超音波加振装置25を作動させて、液体30中の気泡、ウエハ2表面に付着した気泡、第2の光学素子7表面に付着した気泡も除去する。気泡を除去し終ると、真空ポンプ33は停止し、同時に、これに接続されているバルブ34も閉じられ、ポンプ22が作動して、液体30を加圧し始める。そしてチャンバ9の内圧を測定している圧力計36の圧力が所定の値を示した時点で、実施例1の場合と同様に、温度センサ20による液体30の温度の常時監視を行う。また、ウエハカセット10への収納直前には、ブラ35によりウエハ2の両面がクリーンなエアでブローされ、液体30がウエハ表面から除去される。他の動作は実施例1の場合と同様である。

【0025】これによれば、液体30が加圧されているため、ステップ・アンド・リピータ動作による液体30の流動は、より短時間で消失する。また、加圧された液体30の圧力によって、ウエハチャック12上のウエハ2の平面矯正能力も増加させることが可能である。

【0026】実施例3

図12は本発明の第3の実施例に係る液浸式露光装置のウエハチャック部分の断面図である。上述においては、ウエハ毎に液体を流入し排出するようにしているが、ここでは、図12に示すように、ウエハチャック12にシャッタ機構37を付加し、ウエハ2がウエハチャック12にある場合のみシャッタを開いてバキューム吸着するようにして、液体30を滴たしたままでも処理できるようにしている。これにより、スループットの向上が図られる。この場合、搬送されるウエハ2は、ウエハ送り込みハンド11-3によって、液体30に対して斜め或

は垂直に気泡が残らないように液体30中に挿入され、液体30中で水平にされてウエハチャック12上にセットされる。

【0027】実施例4

図6は、本発明の第4の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例1の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、チャンバ9の外部に置くように構成したものである。この場合、同図に示すように、XYステージ13全体がチャンバ9の外に配置され、XYステージ13上にチャンバ9を載せてチャンバ9ごと位置決めされる。この場合、液体30全体をステップ・アンド・リピータ動作させるために、チャンバ9内部の液体30が移動時の加速度によって流動するので、図7に示すような、板材をメッシュ状に組み合わせたスタビライザ29をステップ時に液体30中に挿入して、液体30の流動や波立ちを押さえられる構造になっている。なお、実施例2の構成に対しても、同様のステージ構成を適用することができる。また、スタビライザ29を、図13に示すように、中心に投影レンズ4を通すための穴を設けた形状にしてもよい。

【0028】実施例5

図8は、本発明の第5の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例1の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、実施例4の場合と同様に、チャンバ9の外部に置くように構成したものである。ただしこの場合は、同図に示すように、微動ステージ14の底面に磁石27を配し、チャンバ9の底面を透磁性の材料で構成して、チャンバ9の下部にあるXYステージ13上の磁石28と磁氣的に結合させ、チャンバ9の底面を微動ステージ14のガイドとして、XYステージ13を移動させることにより、チャンバ9内の微動ステージ14を間接的に駆動させるように構成する。

【0029】実施例6

図14は、本発明の第6の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、実施例2の構成において、液体30中に不純物が混入するのを防ぐために、XYステージ13の駆動系を、実施例5の場合と同様に、チャンバ9の外部に置き、微動ステージ14の底面に磁石27を配し、チャンバ9の底面を透磁性の材料で構成して、チャンバ9の下部にあるXYステージ13上の磁石28と磁氣的に結合させ、チャンバ9の底面を微動ステージ14のガイドとして、XYステージ13を移動させることにより、チャンバ9内の微動ステージ14を間接的に駆動させるように構成したものである。またさらに、微動ステージ14下面に液体を吹き出すノズルを設け、液浸に使用している液体30をそこから噴出させるようにして、流体ベアリングガイド32を

構成している。これにより、ステップ・アンド・リピート動作時の可動部分の質量を軽くすることができるため、スループットをさらに向上させることができる。

【0030】実施例7

図9は、本発明の第7の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。これは、ウエハチャック12を含む部分のみをチャンバ9内に配置しあるいはチャンバ9の底面にウエハチャック12を直接構成し、微動ステージ14上にチャンバ9を配置したものである。この場合、チャンバ9の底面とこれに隣接する2面とがそれぞれ直角になるようにこれらを低熱膨張材料で構成し、この2面をレーザ干渉計15の計測用の参照面とすることも可能である。

【0031】なお、上述各実施例において、ウエハをウエハチャック12上に搬入しあるいはチャック12上からウエハを搬出するための搬送装置は、チャンバ9の中に構成することもチャンバ9の外に構成することも可能である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、解像度や焦点深度を高める液浸法を、実際の製造工程で十部に使用できる態様で、露光装置に適用することができるようになる。したがって、g線、i線、或はエキシマレーザ等の、露光光源の波長に拘らず、どの波長でも、それぞれの波長に応じた効果を期待できるコストの安い液浸式露光装置を提供し、更には、従来のプロセス技術を生かせる液浸式露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成を示す構成図である。

【図2】 図1の装置に適用される光学素子の断面図である。

【図3】 図1の装置に適用される他の光学素子の断面図である。

【図4】 図1の装置に適用されるさらに他の光学素子*

*の断面図である。

【図5】 図1の装置において、チャンバの側面にレーザ干渉計を直接取り付け付けた場合を示す断面図である。

【図6】 本発明の第4の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

【図7】 図6の装置に適用されるスタビライザの斜視図である。

【図8】 本発明の第5の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

10 【図9】 本発明の第7の実施例に係る液浸式露光装置のステージ部分を示す断面図である。

【図10】 液浸の効果を説明するための断面図である。

【図11】 本発明の第2の実施例に係る液浸式投影露光装置の構成図である。

【図12】 図11におけるウエハチャックの断面図である。

【図13】 図14の装置に適用できるスタビライザの斜視図である。

20 【図14】 図11におけるステージ部分の変形例を示す模式図である。

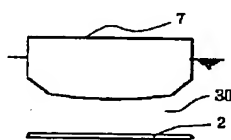
【符号の説明】

1：レチクル、2：ウエハ、3：照明光学系、4：投影光学系、5：レチクルステージ、6：アライメント光学系、7：光学素子、8：シール、9：液槽、10：ウエハカセット、12：ウエハチャック、11-1～11-4：粗位置決め装置、13：XYステージ、14：微動ステージ、15：レーザ干渉計、16：参照ミラー、17：窓、18：断熱材、19：液面ゲージ、20：温度計、21：温度コントローラ、22：ポンプ、23：フィルタ、24：測定器、25：超音波加振装置、26：防振架台、27、28：磁石、29：スタビライザ、30：液体、31：搬送口、32：流体ベアリングガイド、33：真空ポンプ、34：バルブ、35：フロア、36：圧力計、37：シャッタ機構。

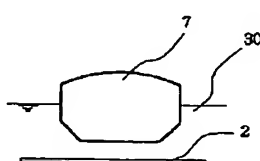
【図2】



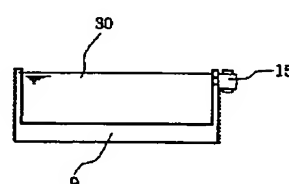
【図3】



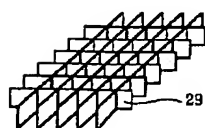
【図4】



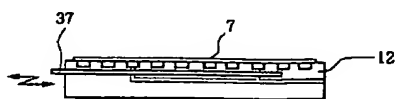
【図5】



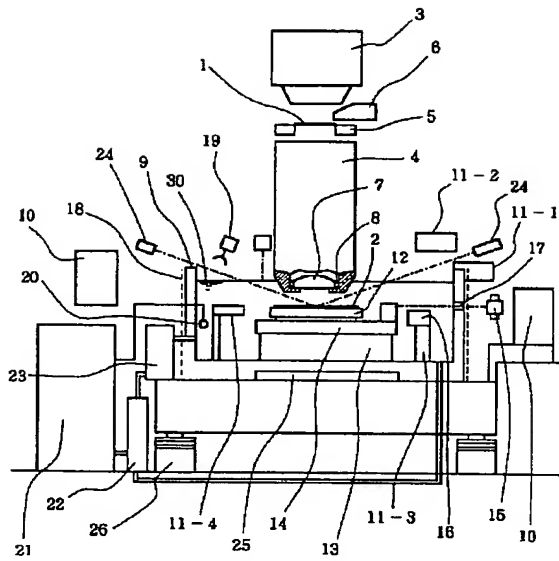
【図7】



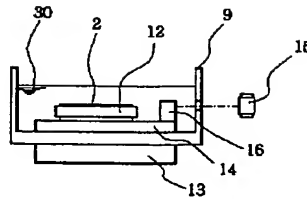
【図12】



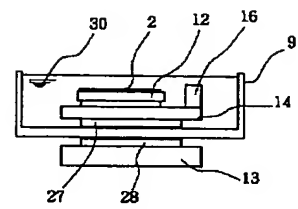
【図1】



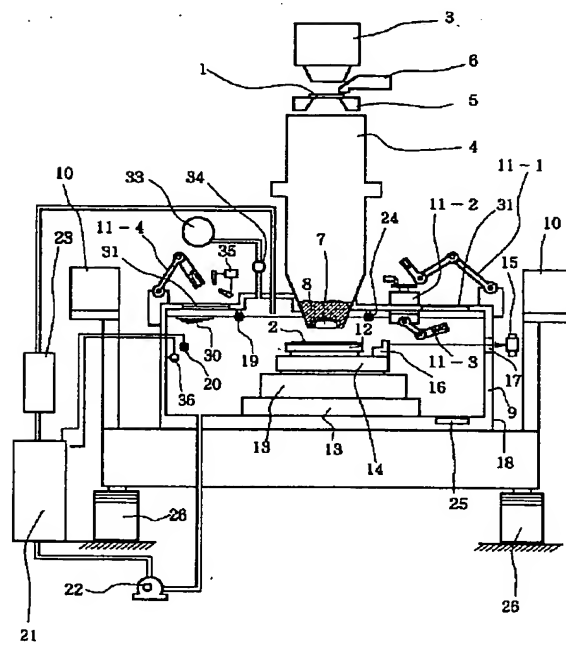
【図6】



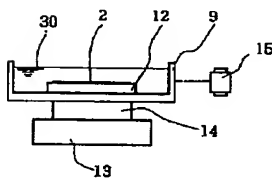
【図8】



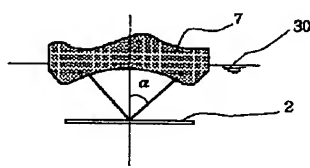
【図11】



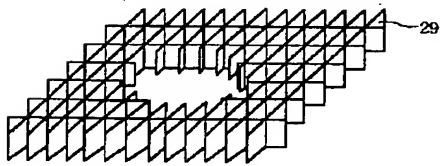
【図9】



【図10】



【図13】



【図14】

